

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043877**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.06.30

(21) Номер заявки
202192634

(22) Дата подачи заявки
2020.04.03

(51) Int. Cl. **G01S 17/931 (2020.01)**
G01S 13/931 (2020.01)
B60R 11/00 (2006.01)

(54) **УЗЕЛ LiDAR ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ
СРЕДСТВАХ, СОДЕРЖАЩИЙ ПРОТИВООТРАЖАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ**

(31) **19167511.5**

(32) **2019.04.05**

(33) **EP**

(43) **2021.12.22**

(86) **PCT/EP2020/059515**

(87) **WO 2020/201489 2020.10.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
АГК ГЛАСС ЮРОП (BE)

(72) Изобретатель:
**Ли Мейджи, Сартенер Янник, Дешам
Фабьен (BE)**

(74) Представитель:
Квашин В.П. (RU)

(56) EP-A1-3316000
CA-A1-3042473

(57) Изобретение относится к механическому транспортному средству, которое содержит: (а) панель (1) остекления, имеющую показатель (n1) преломления, (b) устройство (2) обнаружения и определения дальности с помощью света (LiDAR), расположенное во внутренней среде и обращенное к внутренней поверхности (1i) панели (1) остекления, и (с) противоотражательный элемент (3), изготовленный из материала с показателем (n3) преломления, соединяющий устройство LiDAR с внутренней поверхностью (1i) прозрачной панели (1) остекления и имеющий средний коэффициент (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $k \leq 5 \text{ м}^{-1}$), содержащий граничную поверхность (31), соединенную в непосредственном контакте с внутренней поверхностью (1i) прозрачной панели (1) остекления, и содержащий поверхность (32), которая соединена с устройством (2) LiDAR, которая образует угол (θ) с граничной поверхностью (31) и нормаль которой образует угол (ϕ) с осью (i0) падения, где (ϕ) составляет от -30 до $+30^\circ$.

B1

043877

043877

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к области устройств обнаружения, подходящих для использования в механических транспортных средствах для помощи водителю (ADAS = усовершенствованная система помощи водителю), включая автономные транспортные средства или транспортные средства с системой автоматического управления. В частности, настоящее изобретение относится к устройству LiDAR, обращенному к внутренней поверхности панели остекления, при этом панель остекления может быть прозрачной, как например ветровое стекло или боковое стекло, заднее стекло, или непрозрачной панелью остекления, как например используемой для стоек легковых автомобилей. LiDAR образует угол α_1 с вертикалью. Настоящее изобретение уменьшает фракцию инфракрасного излучения, излучаемого устройством LiDAR, в частности LiDAR нового поколения, таким как твердотельное устройство LiDAR, которое отражается при пересечении внутренней поверхности панели остекления (прозрачной или непрозрачной).

Предпосылки создания изобретения

Механические транспортные средства оснащают все большим количеством систем для помощи водителю транспортного средства. Вместе они называются ADAS (= усовершенствованная система помощи водителю). ADAS содержит системы обнаружения, которые способны обнаружить и в некоторых случаях идентифицировать препятствие в непосредственном окружении транспортного средства. Например, системы обнаружения включают оптические или ИК-камеры, радары и LiDAR (= обнаружение и определение дальности с помощью света).

В целом устройство LiDAR представляет собой оптоэлектронную систему, которая состоит из нескольких основных компонентов: (1) по меньшей мере лазерный передатчик (= источник света). Предпочтительно, чтобы лазерный передатчик устройства измерения параметров LiDAR согласно настоящему изобретению передавал в основном инфракрасном диапазоне длины волн от 700 нм до 1 мм, предпочтительно в ближнем инфракрасном диапазоне длины волн от 780 нм до 3 мкм, более предпочтительно в диапазоне длины волн от 750 до 1650 нм; (2) по меньшей мере приемник (= элемент обнаружения с помощью света), принимающий свет и преобразующий его в электрический сигнал; и сигнал цепочки электронной обработки, который извлекает искомую информацию.

Устройства измерения параметров LiDAR, которые установлены на мобильных платформах, таких как воздушные суда или спутники, могут дополнительно нуждаться в измерительных приборах для определения их абсолютного положения и ориентации и, следовательно, дополнительно содержать систему положения и/или навигации.

Предпочтительно устройство LiDAR, подлежащее использованию в настоящем изобретении, представляет собой устройство LiDAR нового поколения на основе твердотельного LiDAR, такое как мигающий LiDAR. Сканирующие или вращающиеся LiDAR используют движущиеся лазерные лучи, в то время как мигающие и твердотельные LiDAR излучают световые импульсы, которые отражаются от объектов.

LiDAR все больше и больше применяют в механических транспортных средствах. Они могут быть установлены на наружной поверхности механического транспортного средства, которая является очень агрессивной средой, подверженной воздействию дождя, града, больших изменений температур и ударов различных объектов, включая гравий. Для защиты LiDAR от такой среды проводятся исследования по встраиванию устройств LiDAR за существующую прозрачную или непрозрачную панель остекления транспортного средства, такую как ветровое стекло, боковое стекло, заднее стекло или стойки.

LiDAR могут использовать УФ-свет, видимый свет или ИК-свет. Однако LiDAR, используемые в автомобильной промышленности, обычно излучают свет в ближнем инфракрасном спектре в диапазоне от 750 до 1650 нм. Поэтому часть панели остекления, обращенная к устройству LiDAR, должна сохранять высокий коэффициент пропускания для ближнего инфракрасного света, излучаемого устройством LiDAR.

Как изображено на фиг. 6, по аэродинамическим соображениям, по меньшей мере, ветровые стекла и крышки передних фар многих современных механических транспортных средств сильно наклонены и образуют с вертикалью угол α_1 наклона, равный по меньшей мере 10° , а часто по меньшей мере 50° и более. Если ближний инфракрасный луч, излучаемый устройством LiDAR, должен распространяться с центром на оси (ir) преломления, которая образует угол α с нормалью к внешней поверхности прозрачной панели остекления, ближний инфракрасный луч, излучаемый устройством LiDAR, будет распространяться с центром на оси (i0) падения, пересекающей внутреннюю поверхность прозрачной панели остекления под таким же углом α . Как изображено на фиг. 2, если ось (ir) преломления является горизонтальной, то угол $\alpha = \alpha_1$, и он может достигать значений порядка $60-70^\circ$ в зависимости от конструкции транспортного средства.

Как изображено на фиг. 1(a), падающее излучение, распространяющееся вдоль оси (i0) падения, перед прохождением сквозь часть (1) в виде прозрачной стенки, может быть разделено на одно или несколько из отраженного излучения (irf), поглощенного излучения (ia), рассеянного излучения (is) и преломленного излучения (if). Отраженное излучение (irf) и поглощенное излучение (ia) не проходят сквозь

часть в виде прозрачной стенки. Как изображено на фиг. 1(е), согласно закону Френеля фракция (irf) излучения, отраженного при пересечении поверхности части (1) в виде прозрачной стенки, увеличивается с углом ϕ падения, который ось ($i0$) падения образует с этой поверхностью. На фиг. 1(е), изображающей закон Френеля в графической форме, коэффициент отражения показан в функции от угла ϕ падения, увеличиваясь непрерывно и очень резко для углов падения больше 50° . Шлик предложил приближение закона Френеля, в котором коэффициент $R(\phi)$ отражения увеличивается с 5-ой степенью $(1 - \cos \phi)$.

Для устройств LiDAR, расположенных за панелью остекления, в частности прозрачной для видимого света панелью остекления, и излучающих инфракрасное излучение, пересекающее прозрачную панель остекления под углом ϕ падения ($= \alpha$ больше 50° (ср. фиг. 2)), фракция излучения, которая отражается от внутренней поверхности панели остекления, становится очень большой (ср. фиг. 1(е)).

Для уменьшения количества света, отраженного от внутренней поверхности панели остекления, в настоящее время на внутреннюю поверхность могут быть нанесены противоотражательные покрытия. Однако это решение имеет ряд недостатков. Стандартные противоотражательные покрытия обычно рассчитаны на нормальное падение (т.е. угол ϕ падения = 0). При увеличении углов ϕ падения эксплуатационные показатели таких противоотражательных покрытий падают. Специально разработанные противоотражательные покрытия могут быть рассчитаны на большие значения угла ϕ падения, но их конструкция может быть более сложной и требующей усилий. В частности, поскольку устройства LiDAR, и в частности твердотельные устройства LiDAR, охватывают широкое поле обзора (FOV), изображенное на фиг. 4 в виде конуса с центром на оси ($i0$) падения, этот конус охватывает углы падения в диапазоне от ϕ_n до ϕ_m . Принятие во внимание поля обзора LiDAR делает разработку таких специальных противоотражательных покрытий намного более трудной и менее эффективной. Кроме того, нанесение противоотражательного покрытия требует дополнительных производственных затрат и может оказывать влияние на механическую, химическую или термическую стойкость прозрачной панели остекления.

С развитием ADAS и автономных транспортных средств, требующих множества систем обнаружения, необходимость повышения мощности устройств LiDAR, устанавливаемых внутри механического транспортного средства, с целью преодоления потерь интенсивности инфракрасных излучений вследствие отражения от внутренней поверхности прозрачной панели остекления является неприемлемой, поскольку это привело бы к увеличению производственных затрат и энергопотребления транспортного средства до недопустимых уровней. В настоящем изобретении предлагается решение для снижения фракции излучения, излучаемого LiDAR, которое отражается от внутренней поверхности прозрачной панели остекления, имеющей предварительно определенный наклон. Это и другие преимущества более подробно описаны в следующих разделах.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение определено в прилагаемых независимых пунктах формулы изобретения. Предпочтительные варианты осуществления определены в зависимых пунктах формулы изобретения. В частности, настоящее изобретение относится к механическому транспортному средству, содержащему:

(а) панель остекления, имеющую показатель $n1$ преломления и содержащую внутреннюю поверхность, обращенную во внутреннюю среду, и наружную поверхность, обращенную во внешнюю среду, и имеющую по меньшей мере одну часть, имеющую средний коэффициент (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $a \leq 5 \text{ м}^{-1}$), и где внутренняя поверхность (1i) прозрачной панели (1) остекления образует с вертикальным направлением угол $\alpha1$ наклона более 10° ($\alpha1 > 10^\circ$),

(б) устройство обнаружения и определения дальности с помощью света (LiDAR), расположенное во внутренней среде и обращенное к внутренней поверхности, выполненное с возможностью излучения ИК-луча с центром на оси ($i0$) падения, образующей угол ($\phi + \theta$) с нормалью к внутренней поверхности (1i), который проходит сквозь прозрачную панель (1) остекления и распространяется во внешней среде вдоль траектории с центром на оси (ir) преломления, образующей угол α с нормалью к наружной поверхности (1o).

Согласно настоящему изобретению механическое транспортное средство дополнительно содержит противоотражательный элемент (3), изготовленный из материала с показателем $n3$ преломления, соединяющий устройство LiDAR с внутренней поверхностью прозрачной панели остекления, имеющий средний коэффициент (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $k \leq 5 \text{ м}^{-1}$), содержащий граничную поверхность, соединенную в непосредственном контакте с внутренней поверхностью прозрачной панели остекления, и содержащий поверхность, соединенную с устройством LiDAR, образующую угол θ с граничной поверхностью (31), нормаль которой образует угол ϕ с осью ($i0$) падения, где ϕ составляет от -30 до $+30^\circ$.

Согласно настоящему изобретению термин "по меньшей мере одна часть, имеющая средний коэффициент (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $k < 5 \text{ м}^{-1}$), предпочтительно менее 3 м^{-1} (т.е. $k < 3 \text{ м}^{-1}$), более предпочтительно менее 1 м^{-1} (т.е. $k < 1 \text{ м}^{-1}$)" также означает "прозрачную для ИК-излучения часть" или прозрачную для ИК-излучения панель остекления, когда вся поверхность панели остекления имеет эти свойства.

Согласно настоящему изобретению устройство LiDAR размещено за по меньшей мере одной ча-

стью, имеющей средний коэффициент (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $k < 5 \text{ м}^{-1}$), предпочтительно менее 3 м^{-1} (т.е. $k < 3 \text{ м}^{-1}$), более предпочтительно менее 1 м^{-1} (т.е. $k < 1 \text{ м}^{-1}$).

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения панель остекления представляет собой стеклянную панель остекления.

Краткое описание фигур

Для более полного понимания сущности настоящего изобретения делается ссылка на следующее подробное описание в сочетании с сопроводительными графическими материалами, на которых:

на фиг. 1 изображены (a) поведение падающего излучения (i_0), проходящего сквозь часть в виде прозрачной стенки постоянной толщины, (b) поведение падающего излучения (i_0), проходящего сквозь две части в виде прозрачной стенки с параллельными поверхностями, (c) поведение падающего излучения (i_0), проходящего сквозь первую часть в виде прозрачной стенки с непараллельными поверхностями и вторую часть в виде прозрачной стенки, имеющую параллельные поверхности, (d) фракция отраженного падающего излучения в функции от угла ϕ падения, (e) коэффициент отражения Френеля в функции от угла ϕ падения;

на фиг. 2 показана внутренняя часть механического транспортного средства, снабженного узлом устройства LiDAR, согласно известному уровню техники;

на фиг. 3 показаны различные варианты осуществления внутренней части механического транспортного средства, снабженного узлом устройства LiDAR, согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 4 показана внутренняя часть механического транспортного средства, снабженного узлом устройства LiDAR, согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения (a) в перспективном виде и (b) боковом виде в разрезе, где показано поле обзора (FOV);

на фиг. 5 показано измерение угла между осью излучения и нормалью к поверхности с двойной кривизной;

на фиг. 6 показано механическое транспортное средство, содержащее несколько обращенных к панели остекления твердотельных устройств LiDAR согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, образующих угол α_1 с вертикалью;

на фиг. 7 показан один вариант осуществления узла противоотражательного элемента и панели остекления, который имеет неплоскую поверхность 32;

на фиг. 8 показаны три варианта осуществления узла противоотражательного покрытия и панели остекления, в котором противоотражательный элемент (a) полностью или (b)/(c) частично изготовлен из материала с ограниченным или низким пропусканием для видимого света.

Подробное описание изобретения

Как изображено на фиг. 3, 4 и 6, настоящее изобретение относится к механическому транспортному средству, содержащему LiDAR, в частности твердотельное устройство (2) обнаружения и определения дальности с помощью света (LiDAR), выполненное с возможностью излучения ИК-луча с центром на оси (i_0) падения. Механические транспортные средства включают автомобили, фургоны, грузовики, мотоциклы, автобусы, трамваи, поезда, самолеты, вертолеты и т.п. Устройство LiDAR расположено во внутренней среде транспортного средства, обращено к внутренней поверхности (1i) прозрачной панели (1) остекления, которая согласно настоящему изобретению имеет показатель n_1 преломления и содержит наружную поверхность (1o), обращенную во внешнюю среду и отделенную от внутренней поверхности (1i) на толщину прозрачной панели (1) остекления. Согласно настоящему изобретению панель остекления может быть прозрачной или непрозрачной для пропускания света в соответствии с требованиями к стеклу (окно или стойка), но содержит прозрачную для ИК-излучения часть для расположения устройства LiDAR. По меньшей мере часть прозрачной панели (1) остекления, в этом конкретном случае прозрачной для света панели (1) остекления, пересекающаяся с излучениями, излучаемыми устройством LiDAR, и в частности твердотельным LiDAR (2), должна быть прозрачной по меньшей мере для инфракрасных (IR) излучений, в частности для ближних инфракрасных (NIR) излучений, и иметь средний коэффициент (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $k \leq 5 \text{ м}^{-1}$), предпочтительно менее 3 м^{-1} (т.е. $k \leq 3 \text{ м}^{-1}$), более предпочтительно менее 1 м^{-1} (т.е. $k \leq 1 \text{ м}^{-1}$). Внутренняя поверхность (1i) прозрачной панели (1) остекления образует с вертикальным направлением угол α_1 наклона более 10° ($\alpha_1 > 10^\circ$), предпочтительно более 50° и более предпочтительно более 60 или 70° .

Для простоты панель (1) остекления рассмотрена ниже и представлена на фигурах с по существу постоянной толщиной (d_1) (т.е. внутренняя и наружная поверхности параллельны одна другой), поэтому угол α_1 наклона также можно измерить на наружной поверхности (1o). Это относится к наиболее прозрачным панелям остекления, используемым в механических транспортных средствах, однако понятно, что могут существовать примеры, где это не так. Для прозрачных панелей остекления, имеющих переменную толщину, эти рассмотренные аспекты остаются справедливыми, но угол α_1 наклона обязательно измеряют в точке пересечения оси (i_0) падения с внутренней поверхностью (1o). Как изображено на фиг. 5, любой угол, образованный осью с криволинейной поверхностью, наиболее вероятно, измерен в точке

пересечения оси с криволинейной поверхностью между осью и плоскостью, касательной к криволинейной поверхности в указанной точке пересечения.

Устройство LiDAR выполнено и установлено в транспортном средстве с возможностью излучения ИК-луча с центром на оси (i0) падения, пересекающей внутреннюю поверхность (1i) прозрачной панели (1) остекления под углом $(\phi+\theta)$ падения к нормали к внутренней поверхности (1i), который проходит сквозь прозрачную панель (1) остекления и распространяется во внешней среде вдоль траектории с центром на оси (ir) преломления, образующей угол α с нормалью к наружной поверхности (1o).

На фиг. 2 изображен пример устройства LiDAR, установленного за прозрачной панелью (1) остекления (например, ветровым стеклом) транспортного средства согласно известному уровню техники и выполненного с возможностью распространения ИК-луча во внешнюю среду вдоль траектории с центром на горизонтальной (т.е. указывающей на горизонт) оси (ir) преломления. Понятно, что если ветровое стекло снабжено нагреваемым покрытием, то часть, в которой будет расположено LiDAR, не будет содержать указанное покрытие. Так как прозрачная панель (1) остекления образует угол $\alpha 1$ наклона с вертикальным направлением, а ось (ir) преломления является горизонтальной, последняя образует с наружной поверхностью прозрачной панели остекления угол $\alpha=\alpha 1$. С учетом показателя (n1) преломления прозрачной панели остекления для достижения образования осью (ir) преломления угла $\alpha=\alpha 1$ с наружной поверхностью, ось (i0) падения должна образовывать угол $(\phi+\theta)=\alpha=\alpha 1$ падения.

На фиг. 1(е) на график нанесена фракция падающего излучения, отраженного поверхностью прозрачной панели остекления с показателем преломления $n_3 > 1$ (= коэффициент отражения) в функции от угла ϕ падения, образованного падающим излучением с поверхностью, согласно закону Френеля. Видно, что коэффициент отражения резко увеличивается при углах падения порядка 50° и более. Учитывая то, что ветровое стекло может образовывать угол $\alpha 1$ наклона порядка $60-70^\circ$ в зависимости от конструкции транспортного средства, проблема коэффициента отражения становится критической.

Высокие уровни коэффициента отражения являются особенно критическими для твердотельных LiDAR, приводя к множеству лучей с низкой энергией.

Для уменьшения коэффициента отражения ИК-излучений, излучаемых устройством (2) LiDAR, в настоящем изобретении предложено соединение устройства (2) LiDAR с внутренней поверхностью (1i) панели (1) остекления, например прозрачной для видимого света панели остекления, посредством противоотражательного элемента (3). Противоотражательный элемент (3) изготовлен из материала с показателем n_3 преломления и имеет средний коэффициент (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $k \leq 5 \text{ м}^{-1}$), предпочтительно менее 3 м^{-1} (т.е. $k \leq 3 \text{ м}^{-1}$), более предпочтительно менее 1 м^{-1} (т.е. $k \leq 1 \text{ м}^{-1}$).

Противоотражательный элемент (3) содержит граничную поверхность (31), соединенную в непосредственном контакте с внутренней поверхностью (1i) прозрачной для ИК-излучения панели (1) остекления, и поверхность (32), соединенную с устройством (2) LiDAR. Поверхность (32) образует с граничной поверхностью (31) угол θ клина. Нормаль к поверхности (32) образует угол ϕ с осью (i0) падения, где ϕ составляет от -30 до $+30^\circ$, предпочтительно от -10 до $+10^\circ$, более предпочтительно от -5 до $+5^\circ$, и угол ϕ наиболее предпочтительно равен 0° , т.е. ось (i0) падения наиболее предпочтительно является нормальной к поверхности (32). Ось (i0) падения образует угол $(\phi+\theta)$ с внутренней поверхностью (1i) прозрачной панели остекления. Как было рассмотрено выше в отношении фиг. 2, на которой изображен известный уровень техники, для горизонтальной оси (ir) преломления угол ϕ падения между осью (i0) падения и внутренней поверхностью (1i) равен углу $\alpha 1$ наклона прозрачной панели (1) остекления, который для ветрового стекла обычно имеет порядок от 50 до 70° . За счет расположения противоотражательного элемента (3) между устройством (2) LiDAR и прозрачной для ИК-излучения панелью (1) остекления, угол падения становится просто $(\phi+\theta)-\theta=\phi < (\phi+\theta)$, что меньше угла падения $(\phi+\theta)$ ($= \alpha 1$ для горизонтальной оси (ir) преломления), необходимого в отсутствие противоотражательного элемента (3) (ср. фиг. 2). В предпочтительном варианте осуществления, изображенном на фиг. 3(с)-3(е), угол ϕ падения оси (i0) падения с поверхностью (32) равен нулю. Введение в кривую коэффициента отражения на фиг. 1(е) угла $(\phi+\theta)=\alpha 1 \cong 60-70^\circ$ падения, являющегося примером известного уровня техники, и угла $\phi < (\phi+\theta)$ падения, предпочтительно $\phi=0$, являющегося примером настоящего изобретения, и сравнение на этой кривой показывает, насколько можно уменьшить фракцию излучения, отраженного на поверхность (32), таким образом, обеспечивая возможность пропускания большей фракции инфракрасной энергии сквозь прозрачную для ИК-излучения панель (1) остекления. За счет этого увеличивается эффективность данных, предоставляемых устройством LiDAR, и обеспечивается более высокая четкость и правильность геометрии и положений препятствий, обнаруженных в пределах поля обзора (FOV) устройства LiDAR.

Панель (1) остекления и внутренняя среда

Внутренняя среда транспортного средства представляет собой любое пространство, отделенное от внешней среды панелью (1) остекления. Например, внутренняя среда может представлять собой внутреннюю кабину транспортного средства, а прозрачная панель (1) остекления, или более предпочтительно прозрачная для света панель остекления, может представлять собой переднее ветровое стекло, заднее

окно или одно или несколько боковых окон. Внутренняя среда также может представлять собой внутреннюю часть блока переднего или заднего фонаря, а прозрачная для ИК-излучения панель (1) остекления может представлять собой крышку блока фонаря.

Панель (1) остекления имеет показатель n_1 преломления и средний коэффициент (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $k \leq 5 \text{ м}^{-1}$), предпочтительно менее 3 м^{-1} (т.е. $k \leq 3 \text{ м}^{-1}$), более предпочтительно менее 1 м^{-1} (т.е. $k \leq 1 \text{ м}^{-1}$). Показатель n_1 преломления прозрачной панели остекления предпочтительно составляет от 1,3 до 1,7, более предпочтительно от 1,4 до 1,6, наиболее предпочтительно от 1,45 до 1,55.

Коэффициент (k) поглощения определяют следующим образом. Количество энергии I излучения, пропущенного сквозь прозрачную панель остекления, уменьшается с толщиной прозрачной панели остекления в геометрической прогрессии. $I/I_0 = e^{-kd}$, где I_0 - энергия падающего излучения, I - энергия пропущенного излучения, d - толщина прозрачной панели остекления, сквозь которую проходит излучение, и k определен как коэффициент поглощения. Среднее значение коэффициента (k) поглощения определяется как среднее значение коэффициентов (k) поглощения, измеренных во всем диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм. Если LiDAR излучает более узкий диапазон длины волны, ясно, что средний коэффициент (k) поглощения может быть измерен только в этом более узком диапазоне.

Для всей прозрачной панели (1) остекления не требуется наличие среднего коэффициента (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $k \leq 5 \text{ м}^{-1}$). Достаточно того, чтобы низкий коэффициент (k) поглощения имела часть прозрачной панели (1) остекления, пересекающаяся с ИК-излучением, излучаемым LiDAR. Это важно в случае, когда прозрачная панель остекления представляет собой ветровое стекло. Для уменьшения нагрева внутренней кабины транспортного средства солнечным светом, попадающим сквозь ветровое стекло, ветровые стекла часто обрабатывают слоем инфракрасного фильтра. Этот слой инфракрасного фильтра является нежелательным на участке, где сквозь ветровое стекло проходит ИК-луч устройства LiDAR. Для увеличения пропускания ИК-излучений, излучаемых LiDAR сквозь ветровое стекло, достаточно освободить этот участок от слоя ИК-фильтра и нанести слой ИК-фильтра на остальной площади ветрового стекла с целью поглощения тепла солнечных лучей, пропущенных сквозь ветровое стекло.

Внутренняя поверхность (1i) прозрачной панели остекления образует с вертикальным направлением угол α_1 наклона более 10° ($\alpha_1 > 10^\circ$), обычно более 50 или 60° и даже более 70° . В предпочтительном варианте осуществления прозрачная панель (1) остекления имеет по существу постоянную толщину (d_1), и, таким образом, внутренняя поверхность (1i) параллельна наружной поверхности (1o). Эта ситуация встречается в механических транспортных средствах в подавляющем большинстве случаев и представляет собой ситуацию, изображенную на фигурах.

Панель (1) остекления может представлять собой плоское стекло или стекло, имеющее одинарную или двойную кривизну. Как изображено на фиг. 5, угол между осью (i_0) и поверхностью, выбранной из внутренней поверхности (1i) и наружной поверхности (1o) прозрачной панели остекления, имеющей одинарную или двойную кривизну, измеряют относительно плоскости, касательной к поверхности в точке пересечения между осью и поверхностью.

Как изображено на фиг. 6, панель (1) остекления может представлять собой переднее ветровое стекло, заднее окно или боковое окно, и все они отделяют внешнюю среду от внутренней кабины транспортного средства. Панель остекления также может представлять собой крышку блока переднего или заднего фонаря или блока бокового фонаря, отделяющую внешнюю среду от внутреннего объема блока фонаря.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения панель остекления представляет собой многослойную панель остекления. Многослойная панель остекления требуется, например, для ветрового стекла по причинам безопасности. Однако многослойная панель остекления может использоваться для заднего и бокового окон. Многослойные стекла являются более стойкими к растрескиванию при ударе. Как схематически показано на фиг. 7(a) и 7(d), многослойные стеклянные панели остекления получают путем образования ламината из по меньшей мере первой и второй стеклянных панелей (11, 12) остекления, разделенных по меньшей мере одним промежуточным слоем (1p) термопластичного клея. Промежуточный слой (1p) клея может обеспечивать другие функции помимо адгезии за счет включения в его состав одного или нескольких из поглотителя или отражателя инфракрасного излучения, поглотителя ультрафиолетового излучения, антиоксиданта, светостабилизатора, красителя и т.п. для фильтрации нежелательных длин волн, улучшения теплоизоляции, тонирования.

Первая и вторая стеклянные панели (11, 12) остекления могут представлять собой любую стеклянную панель остекления, используемую в автомобильной промышленности.

Предпочтительно базовый состав стекла согласно настоящему изобретению характеризуется общим содержанием, выраженным в весовых процентах стекла:

SiO ₂	55-85 %;
Al ₂ O ₃	0-30 %;
B ₂ O ₃	0-20 %;
Na ₂ O	0-25 %;
CaO	0-20 %;
MgO	0-15 %;
K ₂ O	0-20 %;
BaO	0-20 %.

Более предпочтительно базовый состав стекла согласно настоящему изобретению характеризуется содержанием, выраженным в процентных долях в пересчете на общий вес стекла:

SiO ₂	55-78 %;
Al ₂ O ₃	0-18 %;
B ₂ O ₃	0-18 %;
Na ₂ O	0-20 %;
CaO	0-15 %;
MgO	0-10 %;
K ₂ O	0-10 %;
BaO	0-5 %.

Более предпочтительно по причинам более низких производственных затрат по меньшей мере один лист стекла согласно настоящему изобретению изготовлен из натриево-кальциевого стекла. Преимущественно согласно этому варианту осуществления базовый состав стекла характеризуется содержанием, выраженным в процентных долях в пересчете на общий вес стекла:

SiO ₂	60-75 %;
Al ₂ O ₃	0-6 %;
B ₂ O ₃	0-4 %;
CaO	0-15 %;
MgO	0-10 %;
Na ₂ O	5-20 %;
K ₂ O	0-10 %;
BaO	0-5 %.

В дополнение к своему базовому составу стекло может содержать другие компоненты, адаптированные в соответствии с природой и величиной необходимого эффекта.

Решение, предложенное в настоящем изобретении для получения очень прозрачного стекла в высоком инфракрасном (IR) излучении, которое слабо влияет или не влияет на его эстетические свойства или цвет, заключается в объединении в составе стекла низкого количества железа и хрома в диапазоне определенных содержаний.

Таким образом, согласно первому варианту осуществления лист стекла предпочтительно имеет состав, который характеризуется содержанием, выраженным в процентных долях в пересчете на общий вес стекла:

Общее содержание Fe (в пересчете на Fe ₂ O ₃)	0,002-0,06 %
Cr ₂ O ₃	0,0001-0,06 %.

Такие составы стекла, сочетающие низкие уровни железа и хрома, показали особенно хорошие характеристики в отношении отражения инфракрасного излучения и проявляют высокую прозрачность в видимом свете и малозаметный оттенок, сходные со стеклом, называемым "сверхпрозрачным". Эти составы описаны в международных заявках WO 2014128016 A1, WO 2014180679 A1, WO 2015011040 A1, WO 2015011041 A1, WO 2015011042 A1, WO 2015011043 A1 и WO 2015011044 A1, которые включены посредством ссылки в настоящую заявку. Согласно этому первому конкретному варианту осуществления состав предпочтительно характеризуется содержанием хрома (в пересчете на Cr₂O₃) от 0,002 до 0,06% по весу от общего веса стекла. Такое содержание хрома позволяет дополнительно улучшить отражение инфракрасного излучения.

Согласно второму варианту осуществления лист стекла имеет состав, который характеризуется содержанием, выраженным в процентных долях в пересчете на общий вес стекла:

общее содержание Fe (в пересчете на Fe ₂ O ₃)	0,002-0,06 %;
Cr ₂ O ₃	0,0015-1 %;
Co	0,0001-1 %.

Такие составы стекла на основе хрома и кобальта показали особенно хорошие характеристики в отношении отражения инфракрасного излучения, при этом предоставляя интересные возможности в отношении эстетических характеристик/цвета (от нейтрального синеватого до насыщенной окраски или даже непрозрачности). Такие составы описаны в заявке на европейский патент № 13198454.4, включенной посредством ссылки в настоящий документ.

Согласно третьему варианту осуществления листы стекла имеют состав, который характеризуется содержанием, выраженным в процентных долях в пересчете на общий вес стекла:

общее содержание железа (в пересчете на Fe ₂ O ₃)	0,02-1 %;
Cr ₂ O ₃	0,002-0,5 %;
Co	0,0001-0,5 %.

Предпочтительно согласно этому варианту осуществления состав предусматривает:
0,06% < общее содержание железа ≤ 1%.

Такие составы на основе хрома и кобальта используются для получения цветных стеклянных листов в сине-зеленом диапазоне, которые сопоставимы в отношении цвета и светопропускаемости с синими и зелеными стеклами на рынке, но с особенно хорошими характеристиками в отношении отражения инфракрасного излучения. Такие составы описаны в заявке на европейский патент EP 15172780.7 и включены посредством ссылки в настоящую заявку.

Согласно четвертому варианту осуществления лист стекла имеет состав, который характеризуется содержанием, выраженным в процентных долях в пересчете на общий вес стекла:

общее содержание железа (в пересчете на Fe ₂ O ₃)	0,002-1 %;
Cr ₂ O ₃	0,001-0,5 %;
Co	0,0001-0,5 %;
Se	0,0003-0,5 %.

Такие составы стекла на основе хрома, кобальта и селена показали особенно хорошие характеристики в отношении отражения инфракрасного излучения, при этом обеспечивая интересные возможности в отношении эстетических характеристик/цвета (от нейтрального серого до слегка насыщенной окраски в серо-бронзовом диапазоне). Такие составы описаны в заявке на европейский патент EP 15172779.9 и включены посредством ссылки в настоящую заявку.

Согласно первому альтернативному варианту осуществления лист стекла имеет состав, который характеризуется содержанием, выраженным в процентных долях в пересчете на общий вес стекла:

общее содержание железа (в пересчете на Fe ₂ O ₃)	0,002-0,06 %;
CeO ₂	0,001-1 %.

Такие составы описаны в заявке на европейский патент № 13193345.9, включенной посредством ссылки в настоящий документ.

Согласно еще одному альтернативному варианту осуществления стекло имеет состав, который характеризуется содержанием, выраженным в процентных долях в пересчете на общий вес стекла:

общее содержание железа (в пересчете на Fe ₂ O ₃)	0,002-0,06 %;
--	---------------

и один из следующих компонентов:

марганец (в пересчете на MnO) в количестве в диапазоне от 0,01 до 1% по весу;
сурьма (в пересчете на Sb₂O₃) в количестве в диапазоне от 0,01 до 1% по весу;
мышьяк (в пересчете на As₂O₃) в количестве в диапазоне от 0,01 до 1% по весу или
медь (в пересчете на CuO) в количестве в диапазоне от 0,0002 до 0,1% по весу.

Такие составы описаны в заявке на европейский патент № 14167942.3, включенной посредством ссылки в настоящий документ.

Согласно настоящему изобретению автомобильное остекление может иметь форму плоских листов. Остекление может быть изогнутым. Это обычно касается автомобильного остекления, такого как задние окна, боковые окна или крыши, или в особенности ветровые стекла.

Такой лист стекла имеет очень высокий коэффициент пропускания для ИК-излучения, используемого устройствами обнаружения LiDAR в механических транспортных средствах. В случае ветрового стекла, ветровое стекло может быть снабжено по меньшей мере одним слоем для поглощения или отражения инфракрасных излучений за исключением области, в которой должен быть расположен LiDAR.

Для крышек блоков переднего или заднего фонаря панель (1) остекления может быть изготовлена из прозрачного полимера или стекла, например, имеющего состав, перечисленный выше в отношении ветрового стекла.

Устройство (2) LiDAR

Настоящее изобретение не ограничено устройством LiDAR какого-либо конкретного типа при условии, что оно излучает в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм. Согласно настоящему изобретению предпочтительными являются твердотельные устройства LiDAR. Твердотельные устройства LiDAR устанавливаются на электронном чипе и имеют небольшие размеры. В одном варианте осуществления он может быть соединен с поверхностью (32) противоотражательного элемента при помощи клея (например, смолы или двусторонней клейкой ленты) или механических средств, например, при помощи крышки, фиксирующей чип на месте.

Ориентация оси (ir) преломления зависит от конкретных применений. Однако во многих применениях ось (ir) преломления может быть по существу горизонтальной, указывающей на горизонт. Ось (ir) преломления образует с нормалью к наружной поверхности (1o) прозрачной панели остекления угол α , который может находиться в пределах $\pm 5\%$ угла α_1 наклона прозрачной панели остекления (т.е. $\alpha = \alpha_1 (1 \pm 5\%)$), предпочтительно $\alpha = \alpha_1$. В этом случае ось (ir) преломления является горизонтальной. Как обсуждено выше, угол α_1 наклона прозрачной панели остекления предпочтительно составляет от 50 до 70°.

Противоотражательный элемент (3)

Противоотражательный элемент (3) изготовлен из прозрачного для ИК-излучения материала с показателем преломления n_3 . В отношении панели (1) остекления, "прозрачный для ИК-излучения материал" означает материал, имеющий средний коэффициент (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $k < 5 \text{ м}^{-1}$), предпочтительно менее 3 м^{-1} (т.е. $k < 3 \text{ м}^{-1}$), более предпочтительно менее 1 м^{-1} (т.е. $k < 1 \text{ м}^{-1}$). Чем ниже значение коэффициента поглощения, тем выше фракция падающей энергии I0, пропущенной сквозь противоотражательный элемент (3).

Граничная поверхность (31) противоотражательного элемента (3) соединена в непосредственном контакте с внутренней поверхностью (1i) прозрачной для ИК-излучения панели (1) остекления, а поверхность (32) обращена к устройству (2) LiDAR. Сущность настоящего изобретения заключается в том, что поверхность (32) образует с граничной поверхностью (31) угол $\theta > 0$ клина. Нормаль к поверхности (32) в точке пересечения с осью (i0) падения образует с осью (i0) падения угол $\phi < \alpha$, где ϕ составляет от 30 до +30° и предпочтительно равен нулю. Как изображено на фиг. 3(c), угол падения $\phi = 0$, т.е. ось (i0) падения является нормальной к поверхности (32), и излучение, пропущенное сквозь противоотражательный элемент, достигает внутренней поверхности прозрачной для ИК-излучения панели остекления под таким же углом θ , что и угол клина, образованный между граничной поверхностью и поверхностями (31, 32).

Со ссылкой на фиг. 1(a) падающий луч i0, распространяющийся в воздухе (с показателем преломления $n_0 = 1$) и пересекающий внутреннюю поверхность (1i) прозрачной для ИК-излучения панели остекления с показателем преломления $n_1 > n_0$ под углом α падения отклоняется при проникновении сквозь внутреннюю поверхность и сквозь прозрачную поверхность, образуя угол β , характеризующийся законом Снелля, $n_0 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$. По достижении наружной поверхности (1o) прозрачной для ИК-излучения панели (1) остекления луч снова отклоняется, поскольку он проникает в воздух. Поскольку в этом случае также применим закон Снелля, из этого следует, что луч выходит из прозрачной для ИК-излучения панели остекления под таким же углом α , что и угол α падения. Эта ситуация соответствует узлу LiDAR из известного уровня техники, просто закрепленному в горизонтальном направлении спереди прозрачной для ИК-излучения панели остекления, наклоненной с углом α_1 наклона.

Со ссылкой на фиг. 1(b), если промежуточная панель (3) остекления постоянной толщины (d_3) с показателем преломления $n_3 > 1$ непосредственно соединена с прозрачной для ИК-излучения панелью (1) остекления постоянной толщины (d_1), то падающий луч сначала пересекает поверхность промежуточной прозрачной панели остекления под углом ϕ падения и отклоняется по мере того, как он пересекает промежуточную прозрачную панель остекления под углом ϕ падения, пока он не достигнет граничной поверхности, образующей границу раздела с внутренней поверхностью (1i) прозрачной панели остекления. В этот момент луч отклоняется на угол β , пока он не достигнет наружной поверхности (1o), и отклоняется на угол α по мере того, как он распространяется в воздухе. Из применения закона Снелля следует, что угол падения $\phi = \alpha$ ($n_0 \sin \phi = n_3 \sin \phi = n_1 \sin \beta = n_0 \sin \alpha \Leftrightarrow \phi = \alpha$).

Со ссылкой на фиг. 1(c), если промежуточная прозрачная панель остекления представляет собой противоотражательный элемент (3) с граничной поверхностью (31), образующей угол θ клина с поверхностью (32), закон Снелля также применим, но в этом случае $\phi < \alpha$. Эта ситуация соответствует конфигурациям, изображенным на фиг. 3(a) и 3(b).

Со ссылкой на фиг. 1(d), если $\phi = 0$, так что ось (i0) падения является нормальной к поверхности (32) противоотражательного элемента (3), падающий луч не отклоняется при пересечении поверхности (32) и достигает границы раздела между граничной поверхностью (31) и внутренней поверхностью (1i) прозрачной панели остекления под таким же углом θ , что и угол клина, образованный между граничной поверхностью (31) и поверхностью (32). При $\phi = 0$ ось (i0) падения образует с нормалью к граничной поверхности (31) угол τ , равный углу θ ($\tau = \theta$). Угол θ клина можно легко оценить в функции от требуемой ориентации оси (ir) преломления как $\sin \theta = (n_0/n_3) \sin \alpha$, и при $n_0 = 1$ для воздуха $\sin \theta = (1/n_3) \sin \alpha$.

Угол θ клина между граничной поверхностью (31) и поверхностью (32) может составлять от 10 до 50°, предпочтительно от 30 до 40°, более предпочтительно от 33 до 37°.

Ясно видно, что с помощью противоотражательного элемента, содержащего граничную поверхность (31) и поверхность (32), которые образуют угол θ клина угол ϕ падения можно существенно уменьшить по сравнению с углом α в транспортных средствах известного уровня техники, как изображено на фиг. 2 ($\phi < \alpha$), и можно легко установить на $\phi=0$, что дает минимальный коэффициент отражения, как показано на графике на фиг. 1(e). Граничная поверхность (31) необязательно является плоской. Она должна как можно более близко соответствовать геометрии части внутренней поверхности (1i), с которой она образует границу раздела. Если внутренняя поверхность (1i) является криволинейной, как показано на фиг. 3(b) с криволинейным ветровым стеклом и на фиг. 5, то граничная поверхность также должна быть криволинейной для того, чтобы они совместно образовали непосредственную границу раздела. Непосредственная граница раздела является преимущественной для улучшения пропускания ИК-излучения, излучаемого устройством (2) LiDAR.

Также поверхность 32 может быть неплоской. Ее форма может быть выполнена с возможностью обеспечения нормального падения для каждого светового луча. Один пример изображен на фиг. 7. Все световые лучи из детектора происходят из одной точки. Форма поверхности 32 может быть вогнутой с точечным источником в качестве центра вогнутой окружности. Если для направленных наружу световых лучей имеется несколько точечных источников или имеются чувствительные точки для сбора направленных обратных световых лучей, поверхность 32 может иметь несколько вогнутых и/или выпуклых профилей для соединения в виде одного фрагмента из компонентов или для разделения компонентов при необходимости. Кроме того, поверхность 32 может быть выполнена как имеющая произвольную форму так, чтобы наклон поверхности в каждой точке был рассчитан под нормальное падение световых лучей.

Форма противоотражательного элемента (3) может быть гибкой, например треугольной, трапециевидной, и его верхние и нижние граничные кромки также могут быть гибкими, например плоскими, скругленными, при условии, что граничная поверхность (31) и поверхность (32) образуют угол θ таким образом, что угол j между падающим лазерным лучом i_0 и нормалью поверхности (32) меньше α_1 и предпочтительно составляет от -30 до 30°, более предпочтительно равен 0.

Противоотражательный элемент (3) имеет показатель n_3 преломления. Предпочтительно показатель n_3 преломления противоотражательного элемента близок, более предпочтительно равен, показателю n_1 преломления панели (1) остекления. В частности, n_3 может находиться в пределах $\pm 10\%$ от n_1 (т.е. $n_3 = n_1 (1 \pm 5\%)$), предпочтительно $n_3 = n_1$. Оба показателя преломления n_1 и n_3 могут составлять от 1,3 до 1,7, предпочтительно от 1,4 до 1,6, более предпочтительно от 1,45 до 1,55. Преимуществом этого варианта осуществления является то, что луч не отклоняется на границе раздела между противоотражательным элементом (3) и панелью (1) остекления. В варианте осуществления угол падения $\phi=0$, так что луч распространяется вдоль оси (i_0) падения от его излучения из устройства LiDAR, и в частности твердотельного LiDAR, на всем пути сквозь наружную поверхность наружной поверхности (1o) прозрачной панели (1) остекления.

Противоотражательный элемент (3) может быть изготовлен из стекла или полимера. Стекло может представлять собой натриево-кальциевое стекло, боросиликатное стекло, алюмосиликатное стекло или кварцевое стекло. Полимеры могут быть выбраны из одного или нескольких из поливинилбутирала (PVB), полиуретана (PU), полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната (PC), кремния оптического качества или их смеси, или сополимера, или комбинации из двух или более из вышеуказанных материалов. Противоотражательный элемент (3) может быть монолитным, т.е. однородным и изготовленным из одного материала или смеси материалов, как обсуждено выше. Альтернативно, он может быть изготовлен из сборки различных элементов (3i) из одного или разных материалов. В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения противоотражательный элемент (3) является непрозрачным для видимого света. Термин "непрозрачный" означает, что пропускание составляет $< 10\%$. На фиг. 8 показаны 3 конфигурации согласно вариантам осуществления настоящего изобретения. На фиг. 8(a) весь противоотражательный элемент (3) изготовлен из материала, прозрачного для ближних ИК-излучений (NIR), но непрозрачного для видимого света. Противоотражательный элемент (3) может быть изготовлен из черного материала, например черного, прозрачного для ИК-излучения стекла, описанного в европейской патентной заявке EP1 8194808.4. На фиг. 8(b) и 8(c) противоотражательный элемент (3) частично изготовлен из материала, прозрачного для NIR, но непрозрачного для видимого света. Так, для образования противоотражательного элемента (3) можно использовать материал различных типов. Одним из таких материалов является материал, прозрачный для NIR и прозрачный для видимого света (здесь - материал, прозрачный для NIR), который определен как имеющий коэффициент поглощения менее 5 м^{-1} в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм. Материал, прозрачный для NIR, но непрозрачный для видимого света, определен как имеющий коэффициент поглощения менее 5 м^{-1} в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм и имеющий пропускание менее 10% в диапазоне длины волны от 400 до 750 нм, предпочтительно менее 5%, более предпочтительно менее 1%.

Независимо от структуры, многослойной или монолитной, противоотражательного элемента (3),

граничная поверхность (31) и/или поверхность (32) может быть снабжена дополнительными функциями, такими как покрытие, или путем добавления функциональных материалов между подложкой панели остекления и противоотражательным элементом.

Покрытие предпочтительно выбрано из противоотражательного (AR) покрытия, тонированного покрытия, гидрофобного покрытия, противотуманного покрытия, противообледенительного покрытия и/или нагреваемого покрытия.

Противоотражательное покрытие предпочтительно предусмотрено на поверхности 32 противоотражательного элемента. Противоотражательное покрытие дополнительно улучшает пропускание представляющих интерес длин волн. Противоотражательное покрытие может, например, представлять собой слой на основе пористого диоксида кремния с низким показателем преломления, или оно может состоять из нескольких слоев (пакет), в частности, представлять собой пакет слоев из чередующихся слоев диэлектрического материала, имеющих низкие и высокие показатели преломления, и конечного слоя с низким показателем преломления. Противоотражательное покрытие может, например, представлять собой слой на основе слоя с градиентом показателя преломления, нанесенный, например, методом ионной имплантации. Также можно применять текстурированную поверхность. Во избежание отражения также могут быть использованы методы травления или покрытия. Предпочтительно отражение обработанной поверхности будет уменьшаться от по меньшей мере 1% в пределах соответствующего диапазона длины волны.

"Тонированное покрытие" означает по меньшей мере одно прозрачное для ИК-излучения поглощающее (тонированное) и/или отражающее покрытие с целью скрыть неэстетичный элемент датчика снаружи, обеспечивая при этом хороший уровень эксплуатационных характеристик. Это покрытие может, например, состоять по меньшей мере из одного слоя черной пленки или слоя черной краски, имеющей нулевое (или очень низкое) пропускание в видимом оптическом диапазоне, но имеющей высокую прозрачность в инфракрасном диапазоне, представляющем интерес для применения. Предпочтительно такое покрытие будет демонстрировать значение пропускания в видимом оптическом диапазоне максимум 15% и значение пропускания в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм по меньшей мере 85%. Такая краска может быть изготовлена из органических соединений, которые могут достигать пропускания <10% в диапазоне 400-750 нм. Тонированное покрытие также может представлять собой многослойное покрытие, рассчитанное на отражение выборочно в видимом диапазоне с сохранением высокого пропускания ИК-излучений. Таким образом, ставится целью обеспечение некоторых свойств, таких как наблюдаемые в продукте Kromatix®. Эти свойства обеспечивают низкое общее ИК-поглощение всей системы, когда такой слой нанесен на соответствующий состав стекла.

Гидрофобное покрытие может состоять, например, из тонких молекулярных слоев фторполимеров, что снижает поверхностную энергию и обеспечивает способность к самоочищению, свойства, препятствующие образованию пятен, и улучшенную влагостойкость наряду с другими эффектами.

Нагреваемое покрытие предпочтительно имеет толщину слоя от 0,1 до 15 мкм, особенно предпочтительно от 1 до 10 мкм.

Функциональные материалы между подложкой панели остекления и противоотражательным элементом могут включать черный PVB и/или систему нагрева.

Черный PVB можно использовать в качестве промежуточного слоя между подложкой панели остекления и противоотражательным элементом. Он является прозрачным для представляющих интерес длин волн ИК-излучений, но имеет низкое пропускание в видимом диапазоне, в частности менее 5% в диапазоне 400-750 нм.

Система нагрева обеспечивает возможность быстрого оттаивания и удаления запотевания узла, когда внешние условия эксплуатации являются неблагоприятными. Такая система нагрева может состоять из сети электропроводящих проводов или электропроводящей накладки, непосредственно нанесенной на стеклянную поверхность, где может быть применен подходящий источник питания. Необязательно система также может содержать датчик температуры для динамического запуска функции нагрева в случае необходимости.

Как было рассмотрено в разделе "Предпосылки создания изобретения", стандартные противоотражательные покрытия обычно рассчитаны на нормальное падение (т.е. угол падения $\phi=0$), что обычно не подходит для применения в панели остекления, имеющей угол наклона $\alpha_1 > 10^\circ$ и обычно порядка 50-70° (или более), для передних ветровых стекол или задних окон механического транспортного средства. При предпочтительном угле падения $\phi=0^\circ$ между осью (i0) падения и поверхностью (32) стандартное противоотражательное покрытие может быть эффективно нанесено на поверхность (32) противоотражательного элемента (3). Например, противоотражательный слой может содержать одно из пористого диоксида кремния с низким показателем преломления или ламината из нескольких чередующихся слоев диэлектрического материала, имеющих низкий и высокий показатели преломления и заканчивающихся слоем, имеющим низкий показатель преломления, или их комбинаций.

Соединение противоотражательного элемента (3) с прозрачной панелью (1) остекления

Противоотражательный элемент (3) соединен с прозрачной панелью (1) остекления путем образо-

вания границы раздела между граничной поверхностью (31) и внутренней поверхностью (1i). Граница раздела должна быть такой, чтобы как можно меньше нарушать траекторию излучения между противотражательным элементом и прозрачной панелью остекления. Противотражательный элемент может быть соединен с прозрачной панелью остекления механическими крепежными средствами, клеевыми средствами, или при помощи обработки в автоклаве, или любыми подходящими средствами.

Механические крепежные средства могут включать крепежные элементы, расположенные в периферийной области граничной поверхности (31) вне поля обзора устройства LiDAR. Крепежные элементы могут содержать первые элементы, связанные с внутренней поверхностью (1i) прозрачной панели остекления, например, при помощи клея, и взаимодополняющие элементы, составляющие часть противотражательного элемента или закрепленные на нем. Первые и взаимодополняющие элементы предпочтительно представляют собой обратимое соединение и могут включать узел соединения на защелках, штыковой или резьбовой узел и т.п. Преимущество средств обратимого крепления заключается в том, что противотражательный элемент (3) можно извлечь и заменить или отремонтировать в случае повреждения.

Клеевые средства могут включать нанесение клеевого слоя в форме двусторонней клейкой ленты или слоя смолы, прозрачного для инфракрасных излучений, с коэффициентом (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $a \leq 5 \text{ м}^{-1}$). Примеры доступных для приобретения лент PSA, которые могут подойти для настоящего изобретения, если они доступны в виде двусторонних клейких лент, включают Scotchgard™ (например, SGH6) и VentureShield™ (например, VS7510E) от 3M и Profilon™ от Haverkamp. Примеры смол, которые можно использовать для связывания противотражательного элемента (3) с прозрачной панелью (1) остекления, включают infoverge™, поступающие в продажу от AGC. Смолы могут вступать в реакции и отверждаться при их подвергании действию температуры или излучений, таких как УФ-свет и т.п.

Для соединения противотражательного элемента (3) с панелью остекления можно использовать любой подходящий и известный способ обработки в автоклаве.

Устройство (2) LiDAR, таким образом, может быть соединено с прозрачной панелью (1) остекления механического транспортного средства для снижения коэффициента отражения излучаемого ИК-луча путем применения следующих этапов:

- (a) предоставление панели (1) остекления, как описано выше,
- (b) предоставление устройства (2) обнаружения и определения дальности с помощью света (LiDAR), как описано выше, выполненного с возможностью излучения ИК-луча с центром на оси (i0) падения,
- (c) предоставление противотражательного элемента (3), как описано выше,
- (d) соединение в непосредственном контакте граничной поверхности (31) противотражательного элемента (3) с внутренней поверхностью (1i) прозрачной панели (1) остекления,
- (e) соединение LiDAR с поверхностью (32) противотражательного элемента (3) так, что ось (i0) падения образует с нормалью к поверхности (32) угол ϕ , составляющий от -30 до $+30^\circ$.

Операцию соединения необходимо выполнять так, чтобы ИК-излучение, излучаемое LiDAR с центром на оси (i0) падения, проникало в противотражательный элемент (3) сквозь поверхность (32) под углом ϕ падения и выходило из прозрачной панели (1) остекления сквозь наружную поверхность (1o) вдоль траектории с центром на оси (ig) преломления, образующей с нормалью к наружной поверхности (1o) угол α , где $\alpha > \phi$.

Граничная поверхность (31) противотражательного элемента (3) предпочтительно соединена с внутренней поверхностью (1i) прозрачной панели (1) остекления механическими крепежными элементами, клеем или при помощи обработки в автоклаве, как рассмотрено выше.

Оптические свойства противотражательного элемента (3)

Противотражательный элемент (3), который при соединении с панелью (1) остекления образует с вертикалью угол наклона по меньшей мере 10° , предпочтительно по меньшей мере 50° , более предпочтительно по меньшей мере 60 или 70° , предпочтительно имеет удовлетворительные оптические свойства. Например, поверхностью (32) и границей раздела между граничной поверхностью (31) и внутренней поверхностью (1i) может отражаться не более 6% ИК-луча, излучаемого LiDAR. Разумеется, не желательно, чтобы уменьшение коэффициента отражения, получаемого за счет уменьшения угла падения $\phi < \alpha$, компенсировалось, не говоря уже о том, чтобы превышалось, коэффициентом отражения, генерируемым на уровне границы раздела между граничной поверхностью (32) и внутренней поверхностью (1i). Этого можно добиться путем выбора для противотражательного элемента (3) надлежащих материалов и надлежащего способа соединения, как рассмотрено выше.

Узел, образованный граничной поверхностью (31) и внутренней поверхностью (1i), предпочтительно имеет средний коэффициент пропускания по меньшей мере 85%, предпочтительно по меньшей мере 90%, более предпочтительно по меньшей мере 92% и даже по меньшей мере 95%, для ИК-излучения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм.

Противотражательный элемент (3) не обязательно должен иметь высокую прозрачность для види-

мого света. Противоотражательный элемент (3) может представлять собой лист стекла силикатного типа с высоким пропусканием в ближней ИК-области, в частности в области 750-1650 нм, наряду с очень низким или нулевым пропусканием в видимом диапазоне, в то же время без ухудшения свойства стойкости листа.

В частности, противоотражательный элемент (3) представляет собой лист стекла силикатного типа с высоким пропусканием в ближней ИК-области, в частности в диапазоне 750-1650 нм, наряду с очень низким или нулевым пропусканием в видимом диапазоне, вследствие его собственных свойств и, таким образом, без необходимости в дополнительном черном/непрозрачном слое/дополнительной черной/непрозрачной пленке.

Противоотражательный элемент (3) может представлять собой лист стекла силикатного типа, имеющий состав,

(i) который характеризуется содержанием, выраженным в вес.% от общего веса стекла:

общее железо (в пересчете на Fe_2O_3) - 0,002-1,1%;

марганец (в пересчете на MnO) - $\geq 0,005\%$ и необязательно

хром (в пересчете на Cr_2O_3) - 0-1,3%, и

(ii) в котором

сумма $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO} + \text{Cr}_2\text{O}_3)$ содержания общего железа, марганца и хрома, выраженная в вес.%, $\geq 1\%$

отношение R1, определяемое как $\text{Fe}_2\text{O}_3^*/(49+0,43(\text{Cr}_2\text{O}_3^* - \text{MnO}^*)) < 1$;

отношение R2, определяемое как $\text{Fe}_2\text{O}_3^*/(34+0,3(\text{Cr}_2\text{O}_3^* - \text{MnO}^*)) < 1$;

при этом Fe_2O_3^* , MnO^* и Cr_2O_3^* являются относительными долями в процентах по отношению к сумме $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO} + \text{Cr}_2\text{O}_3)$.

Одно из соединения или граничных поверхностей или основная часть противоотражательного элемента могут быть подвергнуты обработке для окрашивания либо путем нанесения окрашенного слоя, либо окрашивания в основной части защитного слоя с возможностью снятия. Например, защитный слой с возможностью снятия может быть черным или может иметь цвет, соответствующий цвету основной части транспортного средства, на которое он нанесен.

Большинство оптических свойств материалов приводятся в листах технических данных поставщика.

Применение противоотражательного элемента (3)

Настоящее изобретение также относится к применению противоотражательного элемента (3), как описано выше, для уменьшения величины отражения ИК-луча с центром на оси (i0) падения, излучаемого устройством LiDAR, в частности твердотельным LiDAR, за счет прозрачной панели (1) остекления механического транспортного средства, образующей с вертикалью угол $\alpha 1 > 10^\circ$, предпочтительно $\alpha 1 > 40^\circ$, более предпочтительно $\alpha 1 > 50$ или 60° .

Узел камеры, соединенный с ветровым стеклом транспортного средства посредством световодного корпуса (= "Lichtleitkörper"), описан в документе WO 2018087223. Световодный корпус имеет форму клина, используемого для уменьшения площади (= "Sensorbereich" или "Sensorfenster") на наклонном ветровом стекле, пересекающем поле обзора камеры, обращенной к наклонному ветровому стеклу. Идеи документа WO 2018087223 не могут быть применены к настоящему изобретению для уменьшения коэффициента отражения ИК-луча, излучаемого LiDAR, в частности твердотельными LiDAR, сквозь наклонную прозрачную панель остекления по следующим причинам. Камера не излучает какое-либо излучение, но захватывает излучение видимого света, поступающее из внешней среды. Следовательно, видимые излучения, излучаемые объектами, расположенными во внешней среде, могут отражаться наружной поверхностью (1o) ветрового стекла. Применение противоотражательного элемента (3) согласно настоящему изобретению является полезным для уменьшения коэффициента отражения от внутренней поверхности ветрового стекла излучения, излучаемого LiDAR, и не решает проблему отражения от наружной поверхности (1o) видимого света, излучаемого из внешней среды. Во-вторых, камера обладает достаточной чувствительностью для захвата изображений извне несмотря на существенную величину коэффициента отражения.

ПОЗИЦИОННОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ	Признак
1	Панель остекления
1i	Внутренняя поверхность панели остекления
1o	Наружная поверхность панели остекления
1p	Промежуточный слой клея
2	Устройство LiDAR
3	Противоотражательный элемент
3i	Элементы, образующие противоотражательный элемент
11	Первая стеклянная панель остекления ламината
12	Вторая стеклянная панель остекления ламината
31	Граничная поверхность противоотражательного элемента
32	Поверхность противоотражательного элемента
32с	Линза
41	Граничный слой клея
	Угол между осью (ir) преломления и нормалью к наружной α поверхности панели остекления
α^*	Угол панели остекления с вертикалью
	Угол пропускания сквозь панель остекления с нормалью к β ней
ϕ	Угол между осью (i0) падения и поверхностью (32)
φ	Угол пропускания сквозь противоотражательный элемент
	Угол между граничной поверхностью (31) и поверхностью θ (32)
	Угол между осью (i0) падения и нормалью к внутренней τ поверхности панели остекления
ζ	$= \frac{1}{2} \pi - \tau$
d	Толщина панели остекления, сквозь которую проходит излучение
I	Энергия пропущенного излучения
i0	Ось падения
I0	Энергия падающего излучения
ir	Ось преломления
ia	Поглощенное излучение
irf	Отраженное излучение
is	Рассеянное излучение
k	Коэффициент поглощения
n0	Показатель преломления наружной среды (для воздуха n0 = 1)
n1	Показатель преломления прозрачной панели остекления
n3	Показатель преломления противоотражательного элемента

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Механическое транспортное средство, содержащее:
 - (а) панель (1) остекления, имеющую показатель n_1 преломления и содержащую внутреннюю поверхность (1i), обращенную во внутреннюю среду, и наружную поверхность (1o), обращенную во внешнюю среду, и имеющую по меньшей мере одну часть со средним коэффициентом (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $a \leq 5 \text{ м}^{-1}$), и при этом внутренняя поверхность (1i) прозрачной панели (1) остекления образует с вертикальным направлением угол α_1 наклона более 10° ($\alpha_1 > 10^\circ$),
 - (б) устройство (2) обнаружения и определения дальности с помощью света (LiDAR), расположенное во внутренней среде и обращенное к внутренней поверхности (1i), выполненное с возможностью излучения ИК-луча с центром на оси (i0) падения, образующей угол ($\varphi + \theta$) с нормалью к внутренней поверхности (1i), который проходит сквозь прозрачную панель (1) остекления и распространяется во внешней среде вдоль траектории с центром на оси (ir) преломления, образующей угол α с нормалью к наружной поверхности (1o), отличающееся тем, что оно дополнительно содержит противоотражательный элемент (3), изготовленный из материала с показателем n_3 преломления, соединяющий устройство LiDAR с внутренней поверхностью (1i) прозрачной панели (1) остекления, имеющий средний коэффициент (k) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $k \leq 5 \text{ м}^{-1}$), содержащий граничную поверхность (31), соединенную в непосредственном контакте с внутренней поверхностью (1i) прозрачной панели (1) остекления, и содержащий поверхность (32), соединенную с устройством (2) LiDAR, образующую угол θ с граничной поверхностью (31), нормаль которой образует угол φ с осью (i0) падения, при этом φ составляет от -30 до $+30^\circ$.
2. Механическое транспортное средство по п.1, отличающееся тем, что угол φ между нормалью к поверхности (32) и осью (i0) падения равен нулю ($\varphi = 0$) и ось (i0) падения образует с нормалью к граничной поверхности (31) угол τ , равный углу θ , ($\tau = \theta$), и $\sin \theta = (1/n_3) \sin \alpha$.
3. Механическое транспортное средство по п.1 или 2, отличающееся тем, что n_3 находится в пределах $\pm 5\%$ от n_1 (т.е. $n_3 = n_1 (1 \pm 5\%)$), предпочтительно $n_3 = n_1$, и при этом n_1 и n_3 оба предпочтительно составляют от 1,3 до 1,7, предпочтительно от 1,4 до 1,6, более предпочтительно от 1,45 до 1,55.
4. Механическое транспортное средство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что ось (ir) преломления является по существу горизонтальной, причем α находится в пределах $\pm 5\%$ от α_1 (т.е. $\alpha = \alpha_1 (1 \pm 5\%)$), предпочтительно $\alpha = \alpha_1$, и при этом α_1 предпочтительно составляет от 50 до 70° .
5. Механическое транспортное средство по п.4, отличающееся тем, что угол θ клина между граничной поверхностью (31) и поверхностью (32) составляет от 10 до 50° , предпочтительно от 30 до 40° , более предпочтительно от 33 до 37° .
6. Механическое транспортное средство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что поверхность (32) и границей раздела между граничной поверхностью (31) и внутренней поверхностью (1i) отражается не более 6% ИК-луча, излучаемого LiDAR.
7. Механическое транспортное средство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что противоотражательный элемент (3) изготовлен из стекла, поливинилбутирала (PVB), полиуретана (PU), полиметилметакрилата (PMMA), поликарбоната (PC), кремния оптического качества или комбинации из двух или более из вышеуказанных материалов.
8. Механическое транспортное средство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что противоотражательный элемент (3) изготовлен из листа стекла силикатного типа с высоким пропусканием в ближней ИК-области, в частности в области 750-1650 нм, наряду с очень низким или нулевым пропусканием в видимом диапазоне.
9. Механическое транспортное средство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что панель (1) остекления изготовлена из стекла, предпочтительно многослойного или закаленного, и при этом прозрачная панель (1) остекления образует одно из ветрового стекла, заднего стекла, переднего стекла или бокового стекла механического транспортного средства.
10. Механическое транспортное средство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что панель (1) остекления представляет собой или плоское стекло, или стекло, имеющее одинарную или двойную кривизну, и при этом угол между осью (ir, i0) и поверхностью, выбранной из внутренней поверхности (1i) и наружной поверхности (1o) прозрачной панели остекления, измерен относительно плоскости, касательной к поверхности в точке пересечения между осью и поверхностью.
11. Механическое транспортное средство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем,

что панель (1) остекления снабжена инфракрасным фильтром, за исключением участка, находящегося в контакте с граничной поверхностью (31) противоотражательного элемента (3).

12. Механическое транспортное средство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что граничная поверхность (31) и/или поверхность (32) могут быть покрыты противообледенительным покрытием, противоотражательным покрытием, гидрофобным покрытием и/или черным тонированным покрытием, поглощающим весь свет с длиной волны в видимом диапазоне или его часть.

13. Способ соединения устройства (2) LiDAR с панелью (1) остекления, включающий следующие этапы:

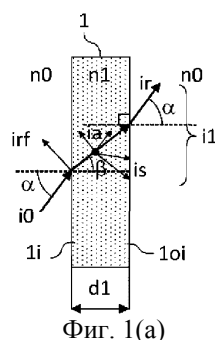
(i) соединение в непосредственном контакте граничной поверхности (31) противоотражательного элемента (3), изготовленного из материала с показателем n_3 преломления и имеющего средний коэффициент (к) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $k \leq 5 \text{ м}^{-1}$), причем противоотражательный элемент содержит граничную поверхность (31) и поверхность (32), образующую угол θ с граничной поверхностью (31), с внутренней поверхностью (1i) панели (1) остекления, имеющей показатель n_1 преломления и содержащей внутреннюю поверхность (1i) и наружную поверхность (1o), отделенную от внутренней поверхности на некоторую толщину, и имеющей средний коэффициент (к) поглощения в диапазоне длины волны от 750 до 1650 нм менее 5 м^{-1} (т.е. $a \leq 5 \text{ м}^{-1}$),

(j) соединение устройства LiDAR, выполненного с возможностью излучения ИК-луча с центром на оси (i0) падения, с поверхностью (32) противоотражательного элемента (3) так,

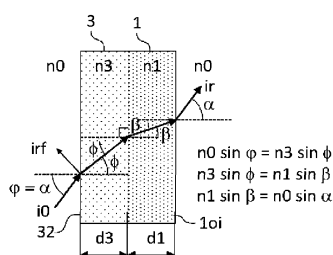
что ось (i0) падения образует с нормалью к поверхности (32) угол φ , составляющий от 30 до $+30^\circ$, так,

что ИК-излучение, излучаемое LiDAR, и в частности твердотельным LiDAR, с центром на оси (i0) падения проникает в противоотражательный элемент (3) сквозь поверхность (32) под углом φ падения и выходит из прозрачной для ИК-излучения панели (1) остекления сквозь наружную поверхность (1o) вдоль траектории с центром на оси (ir) преломления, образующей с нормалью к наружной поверхности (1o) угол α , при этом $\alpha > \varphi$.

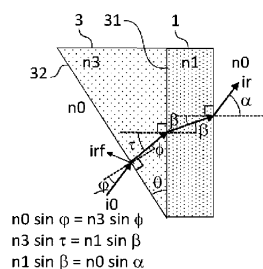
14. Способ по предыдущему пункту, отличающийся тем, что противоотражательный элемент (3) изготовлен из листа стекла силикатного типа с высоким пропусканием в ближней ИК-области, в частности в области 750-1650 нм, наряду с очень низким или нулевым пропусканием в видимом диапазоне.



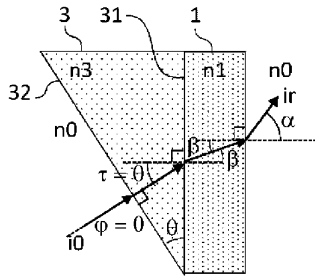
Фиг. 1(a)



Фиг. 1(b)

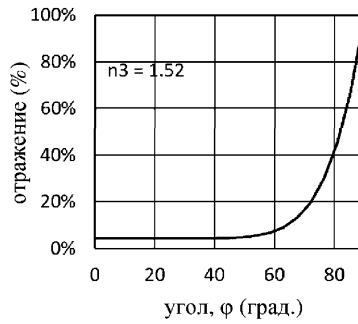


Фиг. 1(c)

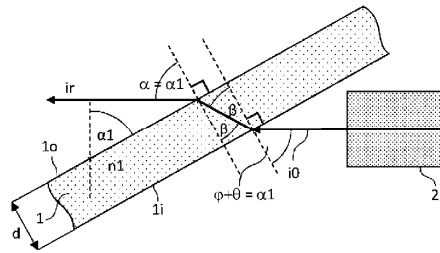


$$\sin \alpha = (n_3/n_0) \sin \theta$$

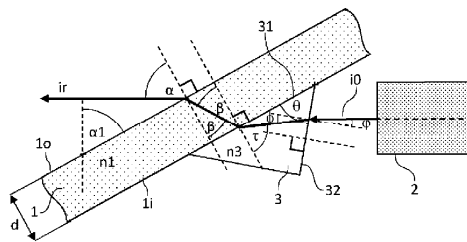
Фиг. 1(d)



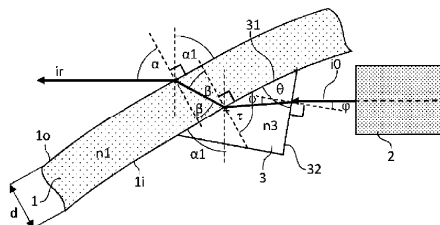
Фиг. 1(e)



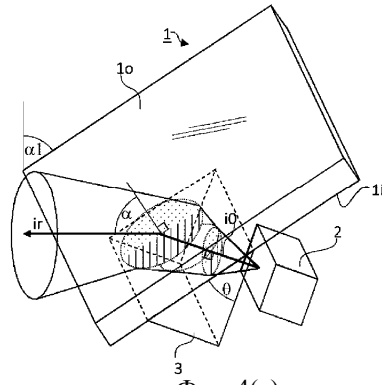
Фиг. 2



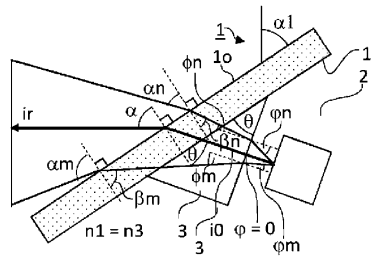
Фиг. 3(a)



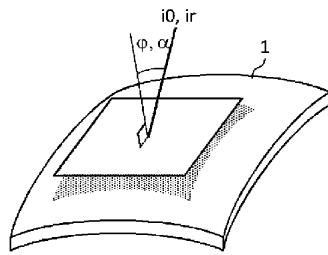
Фиг. 3(b)



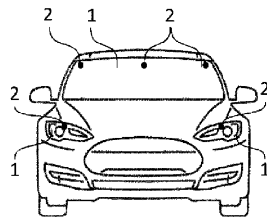
Фиг. 4(a)



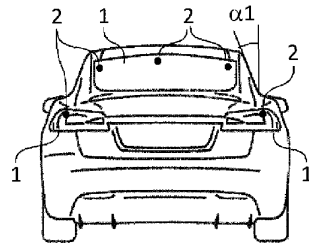
Фиг. 4(b)



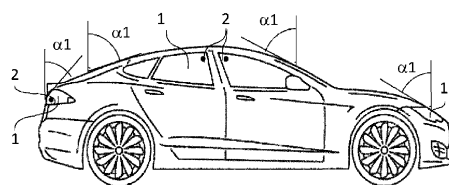
Фиг. 5



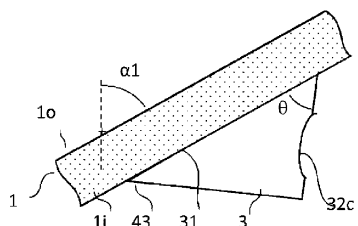
Фиг. 6(a)



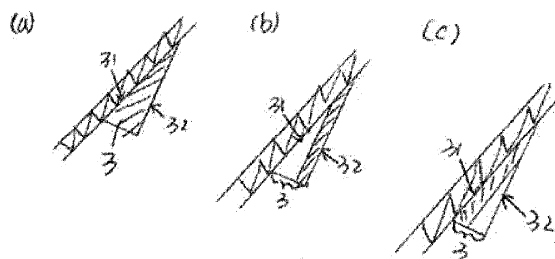
Фиг. 6(b)



Фиг. 6(c)



Фиг. 7



Фиг. 8